

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
JP2002162506A	November 27, 2000	2000JP-359996	

INT-CL-CURRENT:

TYPE IPC DATE
CIPP **G02 B 3/14** 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 2002162506 A
BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A space (152) divided by the sealing films (150,151), is formed in wall along thickness direction of the container (105), to contain liquid. The space is divided to contain liquid in two sections separated by flexible membrane. Electric voltage applied to liquid changes its optical character without physically altering the focusing character.

DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are included for:

- (1) Optical instrument; and
- (2) Image forming device.

USE - In image forming device (claimed).

ADVANTAGE - Compatibility of optical element is obtained even if a temperature compensation function is added. Operability of the optical element is enhanced.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the block diagram of the optical element. (Drawing includes non-English language text).

Container (105)

Sealing films (150,151)

Space (152)

PUB-NO: JP02002162506A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002162506 A

TITLE: OPTICAL ELEMENT, OPTICAL DEVICE AND PHOTOGRAPHING
DEVICE

PUBN-DATE: June 7, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NOTO, GORO

ONUKI, ICHIRO

KAWANAMI, EIRISHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

CANON INC

APPL-NO: JP2000359996

APPL-DATE: November 27, 2000

INT-CL (IPC): G02B 3/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To impart an optical element having the function of absorbing volume change of liquid accompanying temperature change, without enlarging the size of the optical element.

SOLUTION: In an optical element 201 constructed by containing the liquids 121, 122 in a liquid chamber formed inside a container, a space 152 partitioned off from the liquid chamber with film-shaped flexible members 150, 151, is formed inside the thickness of a wall part 105 of the container.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-162506

(P2002-162506A)

(43)公開日 平成14年6月7日(2002.6.7)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 2 B 3/14

識別記号

FI
G02B 3/14

テ-マコ-ト* (参看)

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-359996(P2000-359996)

(22) 出願日 平成12年11月27日(2000. 11. 27)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 堯明者 能登 悟郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 發明者 大貫 一朗

東京都大田

ノン株式会社内
川浪 英利子

東京都大田区下

ノン株式会社内
100067541

(74) 代理人 100067541

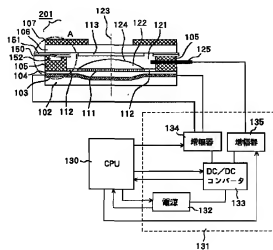
弁理士 岸田 正行 (外2名)

(54)【発明の名称】 光学素子、光学装置および撮影装置

(57) 【要約】

【課題】 液体を利用した光学素子に温度補償機能を付加すると大型化する。

【解決手段】 容器内に形成した液室に液体１２１、１２２を収容して構成される光学素子２０１において、容器の壁部１０５の厚み内に、液室に対してフィルム状の可撓性部材１５０、１５１により仕切られた空間１５２を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 容器内に形成した液室に液体を取容して構成される光学素子において、

前記容器の壁部の厚み内に、前記液室に対してフィルム状の可撓性部材により仕切られた空間を形成したことを特徴とする光学素子。

【請求項2】 前記可撓性部材は、前記液体の体積変化に伴って前記空間側と前記液室側とに弾性変形することを特徴とする請求項1に記載の光学素子。

【請求項3】 前記空間の近傍に前記容器を構成する複数の部材の組み合わせ箇所があり、前記可撓性部材が、前記複数の部材の組み合わせ箇所に保持されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の光学素子。

【請求項4】 前記液室に、導電性又は有極性を有する第1の液体とこの第1の液体と混合することのない第2の液体とを取容し、前記第1の液体と前記容器側に設けられた電極間への印加電圧の変化に応じて前記第1の液体と前記第2の液体との界面の形状が変化することにより光学特性が変化する光学素子であって、前記空間と、前記液室における前記第1および第2の液体のうちいずれか一方の取容領域とが前記可撓性部材により仕切られていることを特徴とする請求項1から3に記載の光学素子。

【請求項5】 請求項1から4のいずれかに記載の光学素子と、前記第1の液体と前記電極間への印加電圧を変化させる給電制御回路とを有することを特徴とする光学装置。

【請求項6】 請求項1から4のいずれかに記載の光学素子を含む撮影光学系と、前記第1の液体と前記電極間への印加電圧を変化させる給電制御回路とを有することを特徴とする撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液体を利用した光学素子およびこの光学素子を有する光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、レンズを機械的に移動させることなく可変焦点化するために種々の提案がなされている。

【0003】例えば、特開平11-133210号公報では、透明液体を密閉容器に封止し、容器が備えている第1電極と導電性弾性板との間に電位差を与えるようにした光学素子が提案されている。

【0004】この光学素子では、第1電極と導電性弾性板との間に電位差を与えることにより、クーロン力による吸引力を発生させて両者の間隔を狭め、両者の間隔から排斥された透明液体の体積をもって、透明弾性板の中央部分を透明液体に背向して凸形に変形させ、凸状に変形した透明弾性板と透明板と両者の間を満たしている透

明液体とで凸レンズを形成させる。そして、この上記電位差を変化させることによって凸レンズのパワーを変化させることで、可変焦点の光学素子を構成している。

【0005】一方、エレクトロウエットング効果（電気毛管現象）を用いた可変焦点レンズが、国際特許99/18456号にて開示されている。この可変焦点レンズでは、電気エネルギーを直接、密閉容器に封止された第1の透明液体と第2の透明液体との界面が形成するレンズの形状変化に用いることができるため、レンズを機械的に移動させることなく可変焦点にすることができる。その動作原理について本願図15～図19を用いて説明する。

【0006】図15および図16には、上記光学素子の構成を示す断面図である。なお、ここでは、光軸123が上下方向に伸びているものとして説明する。

【0007】この図において、101は光学素子の全体を示している。102は中央に凹部を設けた透明アクリル製の透明基板である。この透明基板102の上面には、所定の表面抵抗率を有した、薄膜上の抵抗体である透明電極103が形成され、その上面には透明アクリル製の絶縁層104が密着して設けられる。なお、この透明電極103には、後述するように複数の接続部が設けられているが、図15および図16では示していない。

【0008】絶縁層104は、透明電極103の中央にレプリカ樹脂を滴下し、ガラス板で押しつけて表面を平滑にした後、UV照射を行い硬化させて形成する。絶縁層104の上面には、透光性を有した円筒型の容器本体105が接着固定され、その上面には透明アクリル製の上カバー106が接着固定される。

【0009】さらに、上カバー106の上面には、中央部に直径D3の開口を有した絞り板107が配置される。

【0010】以上の構成において、絶縁層104、容器本体105および上カバー106で囲まれた所定体積の密閉空間、すなわち液室を有した筐体たる容器が形成される。そして、液室の壁面には、以下に示す表面処理が施されている。

【0011】まず、絶縁層104の中央上面には、直径D1の範囲内に親水処理剤が塗布され、親水膜111が形成されている。親水処理剤としては、フッ素化合物等が好適である。

【0012】また、絶縁層104の上面の直径D1より外側の範囲には、親水処理剤が塗布され、親水膜112が形成されている。親水剤としては、界面活性剤、親水性ポリマー等が好適である。

【0013】一方、上カバー106の下面には、直径D2の範囲内に親水処理が施され、親水膜112と同様の性質を有した親水膜113が形成されている。

【0014】そしてこれまでに説明したすべての構成部材は、光軸123に対して回転対称形状をしている。

3

【0015】容器本体105の一部には孔が開けられており、ここに棒状電極125が挿入される。棒状電極125と孔との隙間は接着剤で封止され、液室の密閉性が維持されている。

【0016】そして、透明電極103の各接続部（不図示）と棒状電極125には給電回路126が接続され、スイッチ127の操作で両電極間に所定の電圧が印加可能になっている。

【0017】以上の構成の容器内の液室には、以下に示す2種類の液体が充填収容される。まず、絶縁層104上の挽水膜111の上には、第2の液体122が所定量だけ滴下される。第2の液体122は無色透明で、比重1.06、室温での屈折率1.49のシリコンオイルが用いられる。

【0018】また、液室内の残りの空間には、第1の液体121が充填される。第1の液体121は、水とエチルアルコールが所定比率で混合され、更に所定量の食塩が加えられた、比重1.06、室温での屈折率1.38の電解液（導電性又は有極性を有する液体）である。

【0019】すなわち、第1および第2の液体121、122は、比重が等しく、屈折率が異なり、かつ互いに混ざることのない（不溶な）液体が選定される。そして、両液体121、122は界面124を形成し、混ざり合わずにそれぞれが独立して存在する。

【0020】次に、界面124の形状について説明する。まず、図15に示すように、第1の液体121と透明電極103間に電圧が印加されていない場合、界面124の形状は、両液体121、122間の界面張力、第1の液体121と絶縁層104上の挽水膜111あるいは親水膜112との界面張力、第2の液体122と絶縁層104上の挽水膜111あるいは親水膜112との界面張力および第2の液体122の体積で決まる。

【0021】本光学素子101では、第2の液体122の材料であるシリコンオイルと、挽水膜111との界面張力が相対的に小さくなるように材料選定されている。すなわち、両材料間の濡れ性が高いため、第2の液体122が形成するレンズ状液滴の外縁は広がる性質を持ち、外縁が挽水膜111の塗布領域に一致したところで安定する。つまり、第2の液体122が形成するレンズ面の直径A1は、挽水膜111の直径D1に等しい。

【0022】さらに、両液体121、122の比重は上述したように互いに等しいため、これら両液体121、122には見かけ上重力は作用しない。このため、界面124は球面になり、その曲率半径および高さh1は第2の液体122の体積により決まる。また、第1の液体121の光軸上の厚さはt1になる。

【0023】一方、スイッチ127が閉成され、第1の液体121と透明電極103間に電圧が印加されると、エレクトロウェットング効果によって第1の液体12

4

1と親水膜112との界面張力が減少し、第1の液体121が親水膜112と挽水膜111の境界を乗り越えて挽水膜111上に入り込む。

【0024】この結果、図16に示すように、第2の液体122が作るレンズの底面の直径はA1からA2に減少し、高さはh1からh2に増加する。また、第1の液体121の光軸上の厚さはt2になる。

【0025】このように第1の液体121への電圧印加によって、2種類の液体の界面張力の釣り合いが変化し、両液体121、122間の界面124の形状が変わる。このため、給電回路126の電圧制御によって界面124の形状を自在に変えることができる光学素子が実現できる。

【0026】また、第1および第2の液体121、122が異なる屈折率を有しているため、光学レンズとしてのパワーが付与されることになり、光学素子101は界面124の形状変化によって焦点距離が可変であるレンズとなる。

【0027】さらに、図15に比べて図16の界面124の方が曲率半径が短くなるので、図16に示した状態の光学素子101の方が図15の状態に比べて光学素子101の焦点距離が短くなる。

【0028】なお、このエレクトロウェットングによる2液界面の変形原理は、国際特許99/18456号に開示されており、界面124は、同特許の図2に記載された2液界面のポジションAおよびBに相当する。

【0029】図17には、給電回路126の出力電圧と光学素子101の変形との関係を示している。

【0030】図17(a)において、時刻t0に光学素子101に対して電圧値V0の電圧を印加すると、時定数t1で光学素子101の界面124の変形が始まる（図17(b)参照）。このまま電圧印加を続けていても、界面124が所望の変化量Δ0に達する迄にはかなり長い時間が必要となる。そこで、光学系としては誤差として許容できる変形量、例えば図17(b)においては所望の界面変化量Δ0の95%（0.95Δ0と表記）まで界面124が変形した時（時刻t2）に所望の変形量に達したと見なす。

【0031】この変形量に達しなければ、光学素子101の次の制御、例えば光学素子101に印加している電圧値を変更するといった制御には進まない設定になっている。なお、この許容できる変形量は、光学素子101が組込まれる光学系に基づいて決定されるものである。

【0032】図18には、上記給電回路126を含む、給電制御回路の構成を示している。ここでは、透明電極103の複数の接続部に等しい電圧が印加された場合の動作を説明する。

【0033】130は光学素子101の動作を制御する中演算処理装置（以下、CPUと略す）であり、ROM、RAM、EEPROM、A/D変換機能、D/A変

5

換機能、PWM (Pulse Width Modulation) 機能を有する1チップマイコンである。

【0034】給電回路131のうち、132は乾電池等の直流電源、133は電源132から出力された電圧をCPU130の制御信号に応じて所望の電圧値へと昇圧するDC/DCコンバータ、134、135はCPU130の制御信号、例えばPWM機能が実現される周波数/デューティ比可変信号に応じて、その信号レベルをDC/DCコンバータ133で昇圧された電圧レベルにまで増幅する増幅器である。

【0035】また、増幅器134は光学素子101の透明電極103に、増幅器135は光学素子101の棒状電極125にそれぞれ接続されている。なお、ここでは説明を簡略化するために、透明電極103には増幅器134から出力される電圧がその表面に一定の値として印加されるものとする。

【0036】この構成により、CPU130の制御信号に応じて、電源132の出力電圧がDC/DCコンバータ133、増幅器134、増幅器135によって所望の電圧値、周波数およびデューティで光学素子101に印加されるようになる。

【0037】図19には、増幅器134、135から出力される電圧波形を示している。なお、DC/DCコンバータ133から増幅器134、135へそれぞれ100Vの電圧が出力されたものとして以下説明を行う。

【0038】図19(a)に示すように、増幅器134、135はそれぞれ光学素子101に接続されている。増幅器134からは、図19(b)に示すように、CPU130の制御信号により所望の周波数、デューティで矩形波の電圧が出力される。

【0039】一方、増幅器135からは、図19(c)に示すようにCPU130の制御信号により、増幅器134とは逆位相で、同一周波数、同一デューティ比の矩形波の電圧が出力される。これにより、光学素子101の透明電極103および棒状電極125間に印加される電圧は、図19(d)に示すように±100Vの矩形波の電圧、つまり交流電圧となる。

【0040】このため、給電回路131によって光学素子101には交流電圧が印加されることになる。

【0041】ところで、光学素子101に印加される電圧の印加開始からの実効値は図19(e)の様に表すことができるので、以後、光学素子101に印加する交流電圧の波形を図19(e)にならって表すこととする。

【0042】なお、上記説明中、増幅器134、135から矩形波の電圧が出力されるものとして説明したが、正弦波出力でも同様の構成となる。

【0043】また、上記説明中、給電回路131に電源132が組込まれた場合について説明を行ったが、外付けの電源によって光学素子101に交流印加されるようにしてもよい。

6

【0044】次に、図20を用いて従来の他の光学素子について説明する。同図において、301は光学素子の全体を示す。302は円盤形の透明アクリルあるいはガラス製の第1の封止板である。

【0045】303は電極リングで、外径寸法は均一、内径寸法は下方向に向かって徐々に直径が大きくなっている。この電極リング303は、不導体でできたリング部材の表面に、カーボンと樹脂の混合物等の抵抗体を設けたリング状部材である。

10 【0046】電極リング303の内面全周には、アクリル樹脂等でできた絶縁層304が密着形成される。絶縁層304の内径寸法は均一なため、厚さは下に向かって徐々に増加する。そして絶縁層304の内面全周の下側には親水処理剤が塗布され、親水膜311が形成されているとともに、絶縁層304の内面全周の上側には親水処理剤が塗布され、親水膜312が形成されている。

【0047】306は円盤形の透明アクリルあるいはガラス製の第2の封止板で、その一部には孔が開けられた。ここに棒状電極325が挿入される。棒状電極325と孔との隙間は接着剤で封止される。

【0048】307は光学素子301に入射する光束の径を制限する絞り板であり、第2の封止板306の上面に固定される。そして、下ケース330、第1の封止板302、電極リング303および第2の封止板306は互いに接着固定され、これらの部材で囲まれた所定体積の密閉空間、すなわち液室を有した筐体としての容器が形成される。

【0049】この容器は、棒状電極325の挿入部以外は光軸323に対して軸対称形状をなしている。そし

30 て、液室には、以下に示す2種類の液体が充填される。

【0050】まず、液室の底面側には、第2の液体322が、その液柱の高さが親水膜311形成部と同一の高さになる分量だけ滴下される。第2の液体322は無色透明で、比重1.06、室温での屈折率1.49のシリコンオイルが用いられる。続いて、液室の残りの空間には、第1の液体321が充填される。第1の液体321は、水とエチルアルコールが所定比率で混合され、更に所定量の食塩が加えられた、比重1.06、室温での屈折率1.38の電解液である。

40 【0051】すなわち、第1および第2の液体321、322は、比重が等しく、屈折率が異なり、かつ互いに混ざることのない(不溶な)液体が選定される。そして、両液体321、322は界面324を形成し、混ざり合わずにそれぞれが独立して存在する。

【0052】そして、この界面324の形状は、液室(容器)の内壁、第1の液体321および第2の液体322の3物質が変わる点、すなわち界面324の外縁部に働く3つの界面張力の釣り合いで決まる。

【0053】131は図18に示した給電回路126と同一の構成および作用をなす給電回路である。

50

【0054】この給電回路131の増幅器134は電極リング303に接続され、増幅器135は棒状電極325に接続されている。

【0055】以上の構成において、第1の液体321には棒状電極325を介して電圧が印加され、エレクトロウェットing効果によって界面324が変形する。

【0056】次に、光学素子301における界面324の変形と、この変形によってもたらされる光学作用について図21を用いて説明する。

【0057】まず、第1の液体321に電圧が印加されない場合、図21(a)に示すように、界面324の形状は、両液体321、322間の界面張力、第1の液体321と絶縁層304上の親水膜311あるいは親水膜312との界面張力、第2の液体322と絶縁層304上の親水膜311あるいは親水膜312との界面張力、および第2の液体322の体積で決まる。また、第1の液体321の光軸上の厚さはh1になる。

【0058】一方、第1の液体321に電圧が印加されると、エレクトロウェットing効果によって第1の液体321と親水膜312との界面張力が減少し、第1の液体321が親水膜312と親水膜311の境界を乗り越えて親水膜311上に入り込む。この結果、図21(b)に示すように、第2の液体322の高さはh1からh2に増加する。また、第1の液体321の光軸上の厚さはh2になる。

【0059】このように第1の液体321と電極リング303間への電圧印加によって、2種類の液体の界面張力の釣り合いが変化し、両液体321、322間の界面324の形状が変わる。こうして、給電回路131の電圧制御によって界面324の形状を自在に変えられる光学素子301が実現できる。

【0060】また、第1および第2の液体321、322が異なる屈折率を有しているため、光学レンズとしてのパワーが付与されることになり、光学素子301は界面324の形状変化によって焦点距離が変化する可変焦点レンズとなる。

【0061】さらに、図21(a)の状態に比べて図21(b)の状態での界面324の方が曲率半径が短くなるので、図21(b)の光学素子301の方が図21(a)の状態に比べて光学素子301の焦点距離が短くなる。

【0062】なお、このエレクトロウェットing効果による2液界面の変形原理も、国際特許99/18456号に開示されており、界面324は、同特許の図6に記載された2液界面のポジションAおよびBに相当する。

【0063】ところで、上記のように液体が密閉容器に収容されている光学素子では、温度補償機能を持たない場合、周囲の温度環境の変化や長時間動作に伴う温度上昇などによって、容器中の液体が熱膨張や熱収縮を起

すと、レンズとしての光学パワーが変化し、焦点距離が変化してしまう。

【0064】そこで、この問題を解決するために種々の提案がなされているが、例えば、特開2000-81503号公報では、以下に説明する温度補償手段を備えた光学素子が提案されている。

【0065】すなわち、レンズ容器の外周部に、容器内の透明液体が充填されている内部空間に連通するタンクを備えた温度補償部を設け、この温度補償部によって熱膨張および熱収縮によって増減する透明液体の体積の変動分を吸収するようにしている。また、温度補償部のタンクの壁面のうち少なくとも一部は変形容易な弾性壁となっている。

【0066】これにより、周囲の温度環境の変化や長時間動作に伴う温度上昇などによって容器中の透明液体が熱膨張や熱収縮を起こした場合でも、温度補償部によって透明液体の体積のうち温度変動分が吸収または供給され、温度変化等による光学パワーの変動を抑制している。

【0067】【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開2000-81503号公報にて提案の構成では、レンズ容器の外周部に温度補償部が設けられるので、光学素子全体としての径方向の寸法増大を招くという問題がある。

【0068】そこで本発明は、液体を利用した光学素子に関して、温度変化に伴う液体の体積変化を吸収する機能を光学素子を大型化させることなく持たせることを目的としている。

【0069】【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明では、容器内に形成した液室に液体を収容して構成される光学素子において、容器の壁部の厚み内に、液室に対してフィルム状の可撓性部材により仕切られた空間を形成している。

【0070】これにより、温度変化により液体が膨張した場合には、この膨張とともに可撓性部材が上記空間内に入り込むよう変形することによって液室の体積を増加させ、また液体に収縮が生じた場合には、この減少とともに可撓性部材が液室側に変形することによって液室の体積を減少させることが可能となる。このように、本発明では、きわめて簡単な構成により温度変化に伴う液体の体積変化を吸収する機能を光学素子に持たせている。しかも、上記空間を、容器の壁部の厚み内に形成しているため、光学素子の大型化を防止することが可能である。

【0071】なお、上記空間の近傍に容器を構成する複数の部材の組み合わせ箇所がある場合、上記可撓性部材を、これら複数の部材の組み合わせ箇所保持させるようにし、可撓性部材の容器による保持（さらには、組み

合わせ箇所(液密性確保)および光学素子の組み立てを容易に行えるようにしてもよい。

【0072】また、液室に、導電性又は有極性を有する第1の液体とこの第1の液体と混合することのない第2の液体とが収容され、第1の液体と容器側に設けられた電極間への印加電圧の変化に応じて第1の液体と第2の液体との界面の形状が変化することにより光学特性が変化する光学素子においては、上記空間と、液室内における第1および第2の液体のうちいずれか一方の収容領域とを上記可撓性部材により仕切るようにしてもよい。

【0073】そして、上記のような光学素子を用いて光学素子と撮影装置を構成すれば、コンパクトな光学素子および撮影装置を実現することが可能となる。

【0074】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)図1には、本発明の第1実施形態である光学素子および給電制御回路からなる光学装置の構成を示している。なお、本実施形態において、図1および図16を用いて説明した光学素子および給電制御回路と共通する構成要素については図15および図16と同符号を付して説明に代える。また、図1中のA部を、図2から図4に示す。

【0075】本実施形態では、絶縁層104、容器本体105および上カバー106により容器が構成され、この容器内に形成された液室内には、第1の液体121と第2の液体122とが互いに混ざることなく界面124を形成して収容されている。

【0076】容器本体(壁部)105の上部における全周のうち少なくとも1ヶ所には、容器本体105の本来必要な壁厚内に収まるように、空間152が形成されている。この空間152は、容器本体105の上部にて外壁部分105bとこれより一段下がった内壁部分105aとの間に挟まれるかたちで形成されており、後述する封止フィルム150、151がない状態では、上記内壁部分105aの上端面と上カバー106の下面との間の隙間を通じて液室側に開口している。

【0077】また、容器本体105と上カバー106(容器を構成する複数の部材)との間には、2枚のリング状に形成された封止フィルム(フィルム状の可撓性部材)150、151が重ねて配置されている。

【0078】なお、本実施形態では、2枚の封止フィルムを用いているが、1枚の封止フィルムを容器本体105と上カバー106とに固定するようにしてもよい。但し、本実施形態のように2枚の封止フィルムを用いた方が組立て性において優れている。

【0079】封止フィルム150、151は、例えば単層高分子フィルムもしくは複層高分子フィルムにより形成されており、液体および空気を通さず、弾性変形が容易なものである。

【0080】封止フィルム150のうち空間152に対向していない部分は、容器本体105の上端面に接着等

により固定されている。また、封止フィルム150のうち空間152に対向する部分は、その外縁部分(容器本体105の外壁部分105bの上端面に、また内径側部分が容器本体105の内壁部分105aの上端面にそれぞれ接着等により固定されている。これにより、封止フィルム150は、液室と空間152とを相互に密閉して仕切ることができる。

【0081】このため、液室から空間152内に第1の液体121が漏れ出したり、空間152から空気が液室に漏れ出したりすることはない。

【0082】また、封止フィルム151は、上カバー106の外縁部分に接着等により固定されている。

【0083】さらに、両封止フィルム150、151は熱溶着等で一体化されている。ただし、封止フィルム150における空間152を封止している箇所については、その外縁部150aが封止フィルム151の外縁部151aに熱溶着等で一体化されている。これにより容器本体105と上カバー106との組み合わせ箇所を液密に封止することができる。

【0084】次に、図2から図4を用いて封止フィルム150および空間152による温度補償機能について説明する。

【0085】図2に示すように、常温時では容器本体105に固定された封止フィルム150は、液室内の液圧によって空間152の内側にわずかに入り込んでいる。

【0086】図3に示すように、光学素子201の周囲環境温度が上昇して第1の液体121が熱膨張した場合には、その体積増加分だけ、封止フィルム150が空間152の内側にさらに込むことで、実質的な液室内の容積が増加し、この体積増加分が吸収される。

【0087】一方、図4に示すように、光学素子201の周囲環境温度が下降して第1の液体121が熱収縮した場合には、その体積減少分だけ、封止フィルム150が空間152内から液室側に込むことで、実質的な液室内の容積が減少し、この体積減少分が吸収される。

【0088】したがって、第1の液体121の熱膨張・熱収縮による第2の液体122との界面124の形状変化を防止することが可能となり、光学パワーの変化も防止することができる。

【0089】このように本実施形態によれば、簡単な構成で、しかも光学素子201(特に、容器外縁)を大型化することなく、温度変化に伴う第1の液体121の体積変化に起因した光学パワーの変動を防止することができる。

【0090】なお、本実施形態では、エレクトロウェットング効果を利用した光学素子について説明したが、本実施形態にて説明した温度補償構造は、少なくとも1種類の液体を容器内に収容して構成される光学素子に適用することができる。

【0091】(第2実施形態)図5には、本発明の第2

11

実施形態である光学素子および給電制御回路からなる光学装置の構成を示している。なお、本実施形態において、第1実施形態と共通する構成要素については第1実施形態と同符号を付して説明に代える。また、図5中のB部を、図6から図8に示す。

【0092】本実施形態の光学素子250では、絶縁層104、容器本体105、リング形状の上容器160およびこの上容器160の内径側に接着等により固定された上カバー106とから容器が構成され、この容器内に形成された液室内には、第1の液体121と第2の液体122とが互いに混ざることなく界面124を形成して収容されている。

【0093】上容器（壁部）160における容器本体105の上端面と対向する内径側部分の全局のうち少なくとも1ヶ所には、上カバー106の外周端面とともに空間152'を形成する凹部160aが形成されている。空間152'は上容器160の本来必要な壁厚内に収まる大きさのものであり、後述する封止フィルム170、171がない状態では、容器本体105の上端面と上カバー106の下面との間にできる隙間を通じて液室内に開口する。

【0094】また、容器本体105の上端面と上容器160および上カバー106の下面との間には、2枚のリング状の封止フィルム（フィルム上の可視性部材）170、171が配置されている。これら封止フィルム170、171としては、第1実施形態の封止フィルム150、151と同様の素材により形成されている。

【0095】封止フィルム170は、この封止フィルム170の裏面側170aにおいて容器本体105の上端面に接着等で固定されている。

【0096】一方、封止フィルム171のうち空間152'に対向していない部分は、その全面が上容器160の下面および上カバー106の下面に接着等により固定されている。また、封止フィルム171のうち空間152'に対向した部分は、その内周部171aが上カバー106の下面の外周部106aに接着等により固定されている。

【0097】さらに、両封止フィルム170、171は熱溶着等で一体化されている。ただし、封止フィルム171のうち空間152'に対向している部分については、その外縁部171bが封止フィルム170の外縁部171bに熱溶着等で一体化されている。これにより、封止フィルム170、171は、液室を空間152'に対して仕切ることができるとともに、容器本体105と上容器160との組み合わせ箇所において液室を液密状態に封止することができる。

【0098】なお、上容器160の下面における凹部160aが形成された部分には、この凹部160aから外周方向に延びる溝部153が形成され、この部分では上容器160と封止フィルム171とは固定されてい

12

い。このため、封止フィルム171は上容器160に形成された凹部160a（つまりは、空間152'）に対して自由に弾性変形することができる。

【0099】次に、図6から図8を用いて封止フィルム171および空間152'による温度補償機能について説明する。

【0100】図6に示すように、常温時では上カバー106に内径部分171aが固定された封止フィルム171は、液室内の液圧によって空間152'の内側にわずかに入り込んでいる。

【0101】図7に示すように、光学素子250の周囲環境温度が上昇して第1の液体121が熱膨張した場合には、その体積増加分だけ、封止フィルム171が空間152'の内側にさらに込むことで、実質的な液室内の容積が増加し、この体積増加分が吸収される。

【0102】一方、図8に示すように、光学素子250の周囲環境温度が下降して第1の液体121が熱収縮した場合には、その体積減少分だけ、封止フィルム171が空間152'側から液室内に込むことで、実質的な液室内の容積が減少し、この体積減少分が吸収される。

【0103】したがって、第1の液体121の熱膨張・熱収縮による第2の液体122との界面124の形状変化を防止することが可能となり、光学パワーの変化も防止することができる。

【0104】このように本実施形態によれば、簡単な構成で、しかも光学素子250を大型化することなく、温度変化に伴う第1の液体121の体積変化に起因した光学パワーの変動を防止することができる。

【0105】なお、本実施形態では、エレクトロウェットング効果を利用した光学素子について説明したが、本実施形態にて説明した温度補償構造は、少なくとも1種類の液体を容器内に収容して構成される光学素子に適用することができる。

【0106】（第3実施形態）図9には、本発明の第3実施形態である光学素子および給電制御回路からなる光学装置の構成を示している。なお、本実施形態において、図20および図21を用いて説明した光学素子および給電制御回路と共通する構成要素については図20および図21と同符号を付して説明に代える。また、図9中のC部を、図10から図12に示す。

【0107】330はリング状に形成された下ケース（壁部）であり、その内径側において第1の封止板302を保持する。この下ケース330は、不導体により形成されており、電極リング303と液密状態にて接着固定されている。

【0108】本実施形態の光学素子350では、下ケース330、第1の封止板302、電極リング303および第2の封止板306により容器が構成され、この容器内の液室には、第1の液体321および第2の液体322が混ざることなく界面324を形成して収容されてい

る。

【0109】下ケース330の内径側には、第1の封止板302を保持する保持部330aが形成されており、さらに全周の少なくとも1ヶ所には、上記保持部330aに隣接して凹部330bが形成されている。

【0110】第1の封止板302の外径側部分は、上記保持部330aの上側から凹部330bの上開途中まで延びており、この第1の封止板302の外径側部分と凹部330b（底面）との間には、接着剤332が充填され、この部分を密閉している。

【0111】そして、凹部330b内のスペースのうち接着剤332を除いた空間331は、後述する封止フィルム333がない状態では、液室に対して開口する。なお、空間331は、下ケース330の本来必要な厚み内に収まるものである。

【0112】333はリング状に形成された封止フィルムであり、第1および第2実施形態と同じ素材で形成されている。

【0113】封止フィルム333のうち空間331に対向していない部分はその全面が下ケース330の上面と第1の封止板の外縁部302aの上面とに接着等により固定されている。

【0114】また、封止フィルム333のうち空間331に対向する部分は、その内径側部分333aが第1の封止板302の外縁部302aの上面に、その外径側部分333bが下ケース330の外径側部分330cの上面にそれぞれ接着等して固定されている。つまり、封止フィルム333は、液室と空間331とを相互に密閉して仕切っている。

【0115】このため、液室から空間331内に第2の液体322が漏れ出したり、空間331から空気が液室に漏れ出したりすることはない。

【0116】次に、図10から図12を用いて封止フィルム333および空間331による温度補償機能について説明する。

【0117】図10に示すように、常温時では封止フィルム333は、空間331内にほとんど入り込まない状態となっている。

【0118】図11に示すように、光学素子350の周囲環境温度が上昇して第1の液体321が熱膨張した場合には、その体積増加分だけ、封止フィルム333が空間331の内側に進むことで、実質的な液室内の容積が増加し、この体積増加分が吸収される。

【0119】一方、図12に示すように、光学素子350の周囲環境温度が下降して第1の液体321が熱収縮した場合には、その体積減少分だけ、封止フィルム333が液室側に進むことで、実質的な液室内の容積が減少し、この体積減少分が吸収される。

【0120】したがって、第1の液体321の熱膨張・熱収縮による第2の液体322との界面324の形状変

化を防止することが可能となり、光学パワーの変化も防止することができる。

【0121】このように本実施形態によれば、簡単な構成で、しかも光学素子350を大型化することなく、温度変化に伴う第1の液体121の体積変化に起因した光学パワーの変動を防止することができる。

【0122】なお、図9に示したものととは別に、電極リング303と下ケース330とを不導体で一体化し、電極に相当する部分の表面に抵抗体を設け、さらにその抵抗体の上に絶縁層304を形成した光学素子においても、同様に温度補償構造を構成することができる。

【0123】また、本実施形態では、エレクトロウェットング効果を利用した光学素子について説明したが、本実施形態にて説明した温度補償構造は、少なくとも1種類の液体を容器内に収容して構成される光学素子に適用することができる。

【0124】（第4実施形態）図13には、上記第1実施形態の光学素子230を光学装置としての撮影装置に適用した例を示している。本実施形態の撮影装置50は、静止画像を撮像素子で電気信号に光電変換し、これをデジタルデータとして記録する、いわゆるデジタルスチルカメラである。

【0125】図13において、540は複数のレンズ群からなる撮影光学系（結像光学系）であり、第1レンズ群541、第2レンズ群542および光学素子230により構成される。

【0126】この撮影光学系540は、第1レンズ群541の光軸方向の進退で焦点調節がなされ、光学素子230のパワー変化でズームングがなされる。第2レンズ群542は移動しないリレーレンズ群である。

【0127】そして、光学素子230は、第1レンズ群541と第2レンズ群542の間に配置され、第1レンズ群541と光学素子230の間には、絞り開口径を変化させて撮影光量を調整するための絞りユニット543が配置されている。

【0128】また、撮影光学系540の焦点位置（予定結像面）には、撮像素子544が配置される。これは、照射された光エネルギーを電荷に変換する複数の光電変換部、この電荷を蓄える電荷蓄積部およびこの電荷を転送して外部に送出する電荷転送部からなる2次元CCD等の光電変換素子が用いられる。

【0129】545は画像信号処理回路であり、撮像素子544から入力したアナログの画像信号をA/D変換し、AGC制御、ホワイトバランス、 γ 補正、エッジ強調等の画像処理を施す。

【0130】551は液晶ディスプレイ等の表示器で、撮像素子544を通じて取得した被写体像やこの撮影装置50の動作状況を表示する。

【0131】552はCPU530をスリープ状態からプログラム実行状態に起動するメインスイッチである。

【0132】553a, 553bはそれぞれ、ワイド(W)側およびテレ(T)側のズームスイッチであり、撮影者によるこれらズームスイッチの操作に応じて、撮影光学系540の焦点距離の変更駆動が行われる。

【0133】554は上記スイッチ以外の操作スイッチ群で、撮影準備スイッチ、撮影開始スイッチ、シャッター一時等を設定する撮影条件設定スイッチ等で構成される。

【0134】555は焦点検出装置で、一眼レフカメラに用いられる位相差検出式の焦点検出動作を行うものや、三角測量の原理を用いて被写体までの距離を検出するもの等が用いられる。

【0135】556はフォーカス駆動回路であり、第1レンズ群541を光軸方向に進退させるアクチュエータとドライバ回路を含み、焦点検出装置555で演算されたフォーカス信号に基づいてフォーカス動作を行ない、撮影光学系540を合焦させる。

【0136】557は外部メモリであり、撮影された画像信号を記録する。具体的には、着脱可能なPカード型のフラッシュメモリ等が好適である。

【0137】図14は、上記撮影装置550が有するCPU530の動作を示す制御フローチャートである。以下、図13および図14を用いて撮影装置550の動作を説明する。

【0138】ステップS101において、メインスイッチ552がオン操作されたかどうかを判別し、オン操作されていない時はそのまま各種スイッチの操作を待つ待機モードの状態となる。ステップS101においてメインスイッチ552がオン操作されたかと判定すると、待機モードを解除し、次のステップS102以降へと進む。

【0139】ステップS102では、撮影者による撮影条件の設定を受け付ける。例えば、露出制御モードの設定(シャッター優先AE、プログラムAE等)や画質モード(記録画素数の大小、画圧縮率の大小等)、ストロボモード(強制発光、発光禁止等)等の設定を受け付ける。

【0140】ステップS103では、撮影者によってワイドズームスイッチ553aが操作されたかどうかを判別する。オン操作されていない場合はステップS104に進む。ここでワイドズームスイッチ553aが操作された場合は、ステップS121に移行する。

【0141】ステップS121では、ワイドズームスイッチ553aの操作量(操作方向やオン時間等)を検出し、その操作量に基づいて対応する焦点距離変化量を演算する(S122)。そして、ステップS123では、その演算結果によって光学素子230への印加電圧量を決定し、給電回路131の出力電圧を制御して光学素子230に電圧を印加する(S124)。そしてステップS102へ戻る。

【0142】つまり、ワイドズームスイッチ553aが操

作され続けている場合は、ステップS102からステップS124を繰り返し実行し、ワイドズームスイッチ553aのオン操作が終了した時点でステップS104へと移行する。

【0143】ステップS104では、撮影者によってT側ズームスイッチ553bが操作されたかどうかを判別する。オン操作されていない場合はステップS105に進む。ここでT側ズームスイッチ553bが操作された場合は、ステップS121に移行する。

【0144】ステップS121では、T側ズームスイッチ553bの操作量(操作方向やオン時間等)を検出し、その操作量に基づいて対応する焦点距離変化量を演算する(S122)。そして、ステップS123では、その演算結果によって光学素子230への印加電圧量を決定し、給電回路231の出力電圧を制御して光学素子230に電圧を印加する(S124)。そしてステップS102へ戻る。

【0145】つまり、T側ズームスイッチ553bが操作され続けている場合は、ステップS102からステップS124を繰り返し実行し、T側ズームスイッチ553bのオン操作が終了した時点でステップS105へと移行する。

【0146】ステップS105では、撮影者によって操作スイッチ群554のうち、撮影準備スイッチ(図14のフローチャートではSW1と表記)のオン操作が行われたかどうかを判別する。オン操作されていない場合はステップS102に戻り、撮影条件設定の受け付けや、ズームスイッチ553の操作の判別を繰り返す。ステップS105で撮影準備スイッチがオン操作されたか判定すると、ステップS111へ移行する。

【0147】ステップS111では、撮像素子544および信号処理回路545を駆動して、プレビュー画像を取得する。プレビュー画像とは、最終記録用画像の撮影条件を適切に設定するためおよび撮影者に撮影構図を把握させるために撮影前に取得する画像のことである。

【0148】ステップS112では、ステップS111で取得したプレビュー画像の受光レベルを認識する。具体的には、撮像素子544が出力する画像信号において、最高、最低および平均の出力信号レベルを演算し、撮像素子544に入射する光量を認識する。

【0149】ステップS113では、ステップS112で認識した受光量に基づいて、撮影光学系540内に設けられた絞りユニット543を駆動して適正光量になるように絞りユニット543の開口径を調整する。

【0150】ステップS114では、ステップS111で取得したプレビュー画像を表示器551に表示する。続いて、ステップS115では、焦点検出装置555を用いて撮影光学系540の焦点調節状態を検出する。続いて、ステップS116では、フォーカス駆動回路556を通じて第1レンズ群141を光軸方向に進退させ、

合焦動作を行なう。

【0151】その後、ステップS117に進み、撮影スイッチ（フロー図では、SW2と表記）のオン操作がなされたか否かを判別する。オン操作されていない時はステップS111に戻り、プレビュー画像の取得からフォーカス駆動までのステップを繰り返して実行する。

【0152】以上のように、撮影準備動作を繰り返して実行している最中に、撮影者が撮影スイッチをオン操作すると、ステップS117からステップS131にジャンプする。

【0153】ステップS131では撮像を行なう。すなわち撮像素子544上に結像した被写体像を光電変換し、光学像の強度に比例した電荷が各受光部近傍の電荷蓄積部に蓄積される。

【0154】ステップS132では、ステップS131で蓄積された電荷を電荷転送ラインを介して読み出し、読み出したアナログ信号を信号処理回路145に入力させる。

【0155】ステップS133では、信号処理回路545において、入力したアナログ画像信号をA/D変換し、AGC制御、ホワイトバランス、 γ 補正、エッジ強調等の画像処理を施し、さらに必要に応じてCPU530内に記憶された画像圧縮プログラムでJPEG圧縮等を施す。

【0156】ステップS134では、上記ステップS133で得られた画像信号をメモリ557に記録すると同時に、ステップS135にて一旦プレビュー画像を消去した後に、ステップS133で得られた画像信号を表示器551に改めて表示する。その後、給電回路231を制御して光学素子230への電圧印加をオフし（S136）、一連の撮影動作を終了する。

【0157】なお、本実施形態では、第1実施形態の光学素子を用いた場合について説明したが、第2実施形態にて説明した光学素子も用いることができる。

【0158】また、本実施形態では、撮影装置の例としてデジタルスルカメラを取り挙げたが、本発明の光学素子は、ビデオカメラや銀塩カメラといった他の撮影装置や光学系を備えた各種光学装置にも効果を損なわずに適用することができる。

【0159】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、きわめて簡単な構成により、かつ光学素子の大型化を回避しつつ、温度変化に伴う液体の体積変化を吸収する機能を光学素子に持たせることができる。

【0160】なお、上記空間の近傍に容器を構成する複数の部材の組み合わせ箇所がある場合、上記可塑性部材を、これら複数の部材の組み合わせ箇所に保持させるようにすれば、可塑性部材の容器による保持（さらには、組み合わせ箇所の液密性確保）および光学素子の組み立てを容易に行うことができる。

【0161】そして、上記のような光学素子を用いて光学素子と撮影装置を構成すれば、コンパクトな光学素子および撮影装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態である光学素子および給電制御回路の構成図である。

【図2】図1中のA部の拡大図である。

【図3】上記第1実施形態の光学素子における液体の熱膨張時の体積変化吸収動作を説明する図である。

【図4】上記第1実施形態の光学素子における液体の収縮時の体積変化吸収動作を説明する図である。

【図5】本発明の第2実施形態である光学素子および給電制御回路の構成図である。

【図6】図5中のB部の拡大図である。

【図7】上記第2実施形態の光学素子における液体の熱膨張時の体積変化吸収動作を説明する図である。

【図8】上記第2実施形態の光学素子における液体の収縮時の体積変化吸収動作を説明する図である。

【図9】本発明の第3実施形態である光学素子および給電制御回路の構成図である。

【図10】図9中のC部の拡大図である。

【図11】上記第3実施形態の光学素子における液体の熱膨張時の体積変化吸収動作を説明する図である。

【図12】上記第3実施形態の光学素子における液体の収縮時の体積変化吸収動作を説明する図である。

【図13】本発明の第4実施形態である撮影装置（光学装置）の構成図である。

【図14】上記撮影装置の動作を示すフローチャートである。

【図15】従来の光学素子の断面図である。

【図16】従来の光学素子に電圧を印加した時の動作説明図である。

【図17】従来の光学素子の印加電圧と界面変形との関係図である。

【図18】従来の光学素子と給電制御回路の説明図である。

【図19】従来の給電制御回路の動作説明図である。

【図20】従来の他の光学素子と給電制御回路の説明図である。

【図21】従来の他の光学素子に電圧を印加した場合の動作説明図である。

【符号の説明】

101、201、250、301、350 光学素子
102 透明基板
103 透明電極
104、304 絶縁層
105 容器本体
150、151、170、171、333 封止フィルム
106 上カバー

160 上容器

121, 321 第1の液体

122, 322 第2の液体

123, 323 光軸

124, 324 界面

125, 325 棒状電極

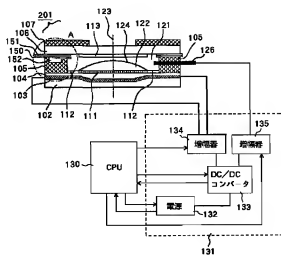
152, 152', 331 空間

302 第1の封止板

303 電極リング

330 下ケース

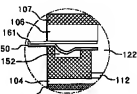
【図1】



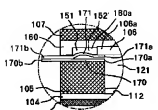
【図2】



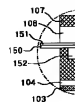
【図3】



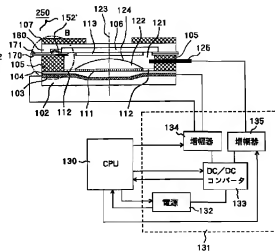
【図6】



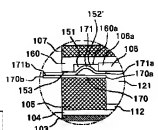
【図4】



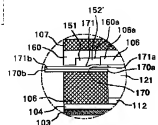
【図5】



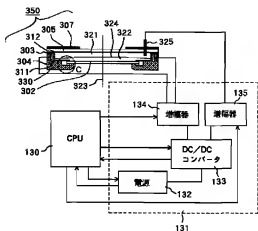
【図7】



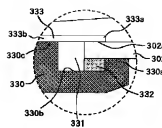
【図8】



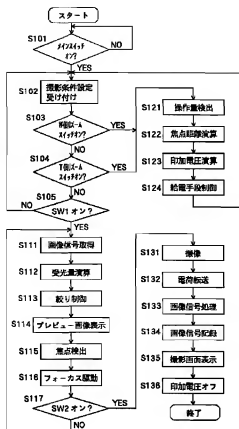
【図9】



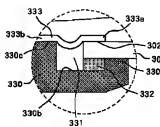
【図10】



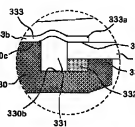
【図14】



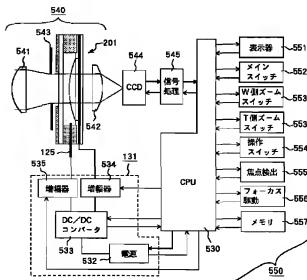
【図11】



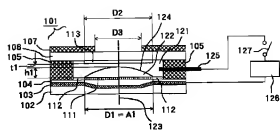
【図12】



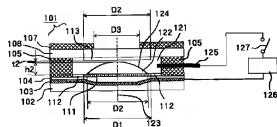
【図13】



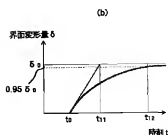
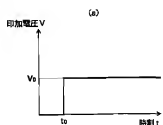
【図15】



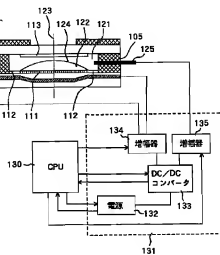
【図16】



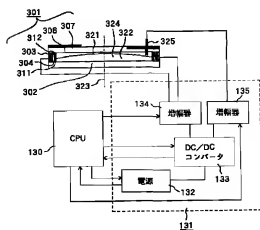
【図17】



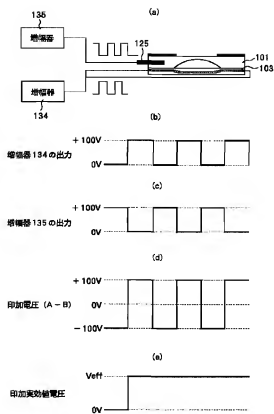
【図18】



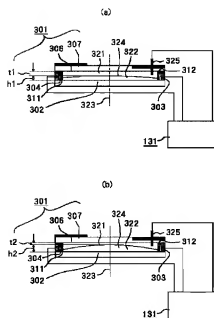
【図20】



【図19】



【図21】



[Claim(s)]

[Claim 1]An optical element forming space divided by a flexible member of film state to said fluid chamber in thickness of a wall of said container in an optical element constituted by accommodating a fluid in a fluid chamber formed in a container.

[Claim 2]The optical element according to claim 1 carrying out elastic deformation of said flexible member to said said space and fluid chamber side in connection with a volume change of said fluid.

[Claim 3]The optical element according to claim 1 or 2, wherein there is a combination place of two or more members which constitute said container near said space and said flexible member is held in a combination place of two or more of said members.

[Claim 4]The 1st fluid that has conductivity or ionic polarity, this 1st fluid, and the 2nd unmixed fluid are accommodated in said fluid chamber, When shape of an interface of said 1st fluid and said 2nd fluid changes according to change of inter-electrode impressed electromotive force provided in said said 1st fluid and container side, an optical property is a changing optical element and Said space, An optical element given in claims 1-3, wherein one of receiving regions is divided by said flexible member among said 1st and 2nd fluids in said fluid chamber.

[Claim 5]An optical apparatus comprising:

A optical element according to any one of claims 1 to 4.

A feeding control circuit to which said 1st fluid and impressed electromotive force inter-electrode [said] are changed.

[Claim 6]A photographing instrument comprising:

A photographing optical system containing the optical element according to any one of claims 1 to 4.

A feeding control circuit to which said 1st fluid and impressed electromotive force inter-electrode [said] are changed.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the optical apparatus which has an optical element using a fluid, and this optical element.

[0002]

[Description of the Prior Art]Various proposals are made in order to use variable focus-ization, without moving a lens mechanically conventionally.

[0003]For example, in JP,11-133210,A, a transparent liquid is closed to a well-closed container, and the optical element which gave potential difference between the 1st electrode and conductive elastic plate with which the container is provided is proposed.

[0004]In this optical element, by giving potential difference between the 1st electrode and a conductive elastic plate, The suction force by Coulomb force is generated, both interval is narrowed, it has the volume of the transparent liquid excluded from both interval, and a convex lens is made to form with the transparent elastic plate and transparent plate which faced in opposite directions to the transparent liquid, changed the center portion of the transparent elastic plate into the convex form, and changed it into convex, and the transparent liquid which is filling between both. And the optical element

of a variable focus consists of changing the power of a convex lens by changing this above-mentioned potential difference.

[0005]On the other hand, the variable-focus lens using the electro wetting effect (electrocapillarity) is indicated in No. international JP,99,B / 18456. In this variable-focus lens, since electrical energy can be directly used for the shape change of the lens which the interface of the 1st transparent liquid and the 2nd transparent liquid which were closed by the well-closed container forms, it can be made a variable focus, without moving a lens mechanically. The principle of operation is explained using this application drawing 15 - drawing 19.

[0006]It is a sectional view showing the composition of the above-mentioned optical element in drawing 15 and drawing 16. Here, the optic axis 123 explains as what is prolonged in the sliding direction.

[0007]In this figure, 101 shows the whole optical element. 102 is the transparent substrate made from a transparent acrylic which provided the crevice in the center. The transparent electrode 103 which is a resistor on a thin film with predetermined surface resistivity is formed in the upper surface of this transparent substrate 102, and the insulating layer 104 made from a transparent acrylic is stuck and formed in it at that upper surface. Two or more terminal areas are provided so that it may mention later, but drawing 15 and drawing 16 do not show to this transparent electrode 103.

[0008]After dropping replica resin in the center of the transparent substrate 103, pushing with a glass plate and making the surface smooth, the insulating layer 104 makes it harden by performing UV irradiation, and is formed. Adhesion fixing of the cylindrical package body 105 with a light blocking effect is carried out to the upper surface of the insulating layer 104, and adhesion fixing of the arm top cover 106 made from a transparent acrylic is carried out to the upper surface.

[0009]The throttle plate 107 with the opening of the diameter D3 is arranged in the center section at the upper surface of the arm top cover 106.

[0010]In the above composition, a case slack container with a closed space of the predetermined volume surrounded with the insulating layer 104, the package body 105, and the arm top cover 106, i.e., a fluid chamber, is formed. And the surface treatment shown below is performed to the wall surface of the fluid chamber.

[0011]First, a water-repellent chemical is applied within the limits of the diameter D1, and the water-repellent membrane 111 is formed in the central upper surface of the insulating layer 104. As a water-repellent chemical, a fluorine compound etc. are preferred.

[0012]A hydrophilic processing agent is applied to the range outside the diameter D1 of the upper surface of the insulating layer 104, and the hydrophilic film 112 is formed in it. As a hydrophilic agent, a surface-active agent, hydrophilic polymer, etc. are preferred.

[0013]On the other hand, hydrophilic processing is performed within the limits of the diameter D2, and the hydrophilic film 112 and the hydrophilic film 113 with the same character are formed in the undersurface of the arm top cover 106.

[0014]And all the members forming explained so far is carrying out rotational symmetry shape to the optic axis 123.

[0015]The hole has opened in some package bodies 105, and the cylindrical electrode 125 is inserted here. The crevice between the cylindrical electrode 125 and a hole is closed with adhesives, and the sealing nature of the fluid chamber is maintained.

[0016]And the feeder circuit 126 is connected to each terminal area (un-illustrating) and the cylindrical electrode 125 of the transparent electrode 103, and impression of predetermined voltage is attained between two electrodes by operation of the switch 127.

[0017]Restoration accommodation of two kinds of fluids shown below is carried out at the fluid chamber in the container of the above composition. First, on the water-repellent membrane 111 on the insulating layer 104, the 2nd fluid 122 is dropped only the specified quantity. The 2nd fluid 122 is water-white and the silicone oil of specific gravity 1.06 and the refractive index 1.49 in a room temperature is used.

[0018]The remaining space in a fluid chamber is filled up with the 1st fluid 121. The 1st fluid 121 is an electrolysis solution (fluid which has conductivity or ionic polarity) of the refractive index 1.38 in the specific gravity 1.06 and room temperature to which ethyl alcohol was mixed with water with the predetermined ratio, and also the salt of the specified quantity was added.

[0019]That is, the 1st and 2nd fluids 121,122 have equal specific gravity, refractive indices differ and the fluid which is not mixed mutually (it is insoluble) is selected. And both the fluids 121,122 form the interface 124 and each exists independently, without being mixed.

[0020]Next, the shape of the interface 124 is explained. First, as shown in drawing 15, when voltage is not impressed between the 1st fluid 121 and the transparent electrode 103, the shape of the interface 124, It is decided by interfacial tension with the water-repellent membrane 111 on interfacial tension with the water-repellent membrane 111 on the interfacial tension between both the fluids 121,122, the 1st fluid 121, and the insulating layer 104, or the hydrophilic film 112, the 2nd fluid 122, and the insulating layer 104, or the hydrophilic film 112, and volume of the 2nd fluid 122.

[0021]In this optical element 101, material selection is carried out to the silicone oil which is the material of the 2nd fluid 122 so that interfacial tension with the water-repellent membrane 111 may become small relatively. That is, since the wettability between both materials is high, the rim of the lens-like drop which the 2nd fluid 122 forms has a spreading disposition, and is stabilized in the place whose rim corresponded with the coating regions of the water-repellent membrane 111. That is, the diameter A1 at the bottom of a lens which the 2nd fluid 122 forms is equal to the diameter D1 of the water-repellent membrane 111.

[0022]As the specific gravity of both the fluids 121,122 was mentioned above, since it is mutually equal, gravity does not act on these both the fluids 121,122 seemingly. For this reason, the interface 124 turns into a surface of a sphere, and that curvature radius and height h1 are decided by volume of the 2nd fluid 122. The thickness on the optic axis of the 1st fluid 121 is set to t1.

[0023]On the other hand, if the switch 127 is closed and voltage is impressed between the 1st fluid 121 and the transparent electrode 103, By the electro wetting effect, the interfacial tension of the 1st fluid 121 and the hydrophilic film 112 decreases, and the 1st fluid 121 overcomes the boundary of the hydrophilic film 112 and the water-repellent membrane 111, and enters on the water-repellent membrane 111.

[0024]As a result, as shown in drawing 16, the diameter of the bottom of the lens which the 2nd fluid 122 makes decreases from A1 to A2, and height increases from h1 to h2. The thickness on the optic axis of the 1st fluid 121 is set to t2.

[0025]Thus, by the voltage impressing to the 1st fluid 121, balance of the interfacial

tension of two kinds of fluids changes, and the shape of the interface 124 between both the fluids 121,122 changes. For this reason, the optical element which changes the shape of the interface 124 free and can do ***** by the voltage control of the feeder circuit 126 is realizable.

[0026]Since it has a refractive index from which the 1st and 2nd fluids 121,122 differ, the power as an optical lens will be given and the optical element 101 serves as a lens whose focal distance is variable by the shape change of the interface 124.

[0027]Since a curvature radius becomes short compared with drawing 15 in the direction of the interface 124 of drawing 16, in the direction of the optical element 101 of the state which showed in drawing 16, compared with the state of drawing 15, the focal distance of the optical element 101 becomes short.

[0028]The modification principle of 2 liquid-junction side by this electro wetting is indicated by No. international JP,99,B / 18456.

The interface 124 is equivalent to the positions A and B of 2 liquid-junction side indicated to drawing 2 of the patent.

[0029]The relation between the output voltage of the feeder circuit 126 and modification of the optical element 101 is shown in drawing 17.

[0030]In the figure (a), if the voltage of the pressure value V_0 is impressed to the time t_0 to the optical element 101, modification of the interface 124 of the optical element 101 will start in the damping time constant t_{11} (refer to drawing 17 (b)). Even if it is continuing voltage impressing as it is, by the time the interface 124 reaches the desired variation $\Delta 0$, quite long time will be needed. Then, when the interface 124 changes in deformation (b) permissible as an error as an optical system, for example, drawing 17, to 95% of the desired interface variation $\Delta 0$ ($0.95\Delta 0$ and notation) (time t_{12}), it is considered that desired deformation was reached.

[0031]If this deformation is not reached, it is setting out which does not progress to control next to the optical element 101, for example, control of changing the pressure value currently impressed to the optical element 101. This permissible deformation is determined based on the optical system in which the optical element 101 is included.

[0032]The composition of the feeding control circuit including the above-mentioned feeder circuit 126 is shown in drawing 18. Here, operation when voltage equal to two or more terminal areas of the transparent electrode 103 is impressed is explained.

[0033]130 is a central processing unit (it abbreviates to CPU hereafter) which controls operation of the optical element 101, and is a one-chip microcomputer which has ROM, RAM, EEPROM, an A/D conversion function, a D/A conversion function, and an PWM (Pulse Width Modulation) function.

[0034]The DC to DC converter with which 132 carry out pressure up of DC power supplies, such as a dry cell, and the voltage to which 133 was outputted from the power supply 132 to a desired pressure value among the feeder circuits 131 according to the control signal of CPU130, 134,135 is an amplifier which amplifies the signal level according to the control signal of CPU130, for example, the frequency / duty ratio variable signals with which an PWM function is realized, even to the voltage level by which pressure up was carried out with DC to DC converter 133.

[0035]The amplifier 134 is connected to the transparent electrode 103 of the optical element 101, and the amplifier 135 is connected to the cylindrical electrode 125 of the

optical element 101, respectively. In order to simplify explanation here, the voltage outputted from the amplifier 134 shall be impressed to the transparent electrode 103 as a value fixed on the surface.

[0036]By this composition, the output voltage of the power supply 132 comes to be impressed to the optical element 101 according to the control signal of CPU130 by the pressure value, frequency, and duty of a request with DC to DC converter 133, the amplifier 134, and the amplifier 135.

[0037]The voltage waveform outputted from the amplifier 134,135 is shown in drawing 19. Explanation is given below as that by which the voltage of 100V was outputted to the amplifier 134,135 from DC to DC converter 133, respectively.

[0038]As shown in drawing 19 (a), the amplifier 134,135 is connected to the optical element 101, respectively. From the amplifier 134, as shown in drawing 19 (b), the voltage of a square wave form is outputted with desired frequency and a duty ratio by the control signal of CPU130.

[0039]On the other hand, from the amplifier 135, as shown in drawing 19 (c), by the control signal of CPU130, it is an opposite phase in the amplifier 134, and the voltage of the square wave type of the same frequency and the same duty ratio is outputted.

Thereby, the voltage impressed between the transparent electrode 103 of the optical element 101 and the cylindrical electrode 125 turns into the voltage of the square wave type of **100V, i.e., a volts alternating current, as shown in drawing 19 (d).

[0040]For this reason, a volts alternating current will be impressed to the optical element 101 by the feeder circuit 131.

[0041]By the way, since you can express the effective value from the impression start of the voltage impressed to the optical element 101 like drawing 19 (e), suppose henceforth that the waveform of the volts alternating current impressed to the optical element 101 is learned from drawing 19 (e), and is expressed.

[0042]During the above-mentioned explanation, although explained as that to which the voltage of a square wave form is outputted from the amplifier 134,135, it becomes composition also with same sinusoidal wave output.

[0043]During the above-mentioned explanation, although the case where the power supply 132 was included in the feeder circuit 131 was explained, exchange impression may be made to be carried out at the optical element 101 by the external power supply.

[0044]Next, other conventional optical elements are explained using drawing 20. In the figure, 301 shows the whole optical element. 302 is the transparent acrylic or the 1st glass sealing plate of a disk form.

[0045]303 is an electrode ring, an outside diameter size tends toward homogeneity, an inner diameter dimension goes downward, and the diameter is becoming large gradually. This electrode ring 303 is the ring shaped member which provided resistors, such as a mixture of carbon and resin, in the surface of the ring member made by being nonconducting.

[0046]Adhesion formation of the insulating layer 304 made with the acrylic resin etc. is carried out at the inner surface perimeter of the electrode ring 303. Since the inner diameter dimension of the insulating layer 304 is uniform, thickness increases gradually toward the bottom. And while a water-repellent chemical is applied to the inner surface perimeter bottom of the insulating layer 304 and the water-repellent membrane 311 is formed, a hydrophilic processing agent is applied to the inner surface perimeter upper

part of the insulating layer 304, and the hydrophilic film 312 is formed.

[0047]306 is the transparent acrylic or the 2nd glass sealing plate of a disk form, and the cylindrical electrode 325 is inserted in here where the hole was able to open in the part. The crevice between the cylindrical electrode 325 and a hole is closed with adhesives.

[0048]307 is a throttle plate which restricts the path of the light flux which enters into the optical element 301, and is fixed to the upper surface of the 2nd sealing plate 306. And adhesion fixing of the lower case 330, the 1st sealing plate 302, the electrode ring 303, and the 2nd sealing plate 306 of each other is carried out, and a closed space of the predetermined volume surrounded by these members, i.e., the container as a case with a fluid chamber, is formed.

[0049]This container is making axisymmetric geometry to the optic axis 323 except the insert portion of the cylindrical electrode 325. And a fluid chamber is filled up with two kinds of fluids shown below.

[0050]First, only the daily dose with which the 2nd fluid 322 becomes the height as water-repellent membrane 311 formation part with same height of the liquid column is dropped at the bottom side of a fluid chamber. The 2nd fluid 322 is water-white and the silicone oil of specific gravity 1.06 and the refractive index 1.49 in a room temperature is used. Then, the remaining space in a fluid chamber is filled up with the 1st fluid 321. The 1st fluid 321 is an electrolysis solution of the refractive index 1.38 in the specific gravity 1.06 and room temperature to which ethyl alcohol was mixed with water with the predetermined ratio, and also the salt of the specified quantity was added.

[0051]That is, the 1st and 2nd fluids 321,322 have equal specific gravity, refractive indices differ and the fluid which is not mixed mutually (it is insoluble) is selected. And both the fluids 321,322 form the interface 324 and each exists independently, without being mixed.

[0052]And the shape of this interface 324 is decided by the balance of three interfacial tension which works to the outer edge section of the point 324, i.e., an interface, that three substances of the wall of a fluid chamber (container), the 1st fluid 321, and the 2nd fluid 322 cross.

[0053]131 is a feeder circuit which makes the same composition and operation as the feeder circuit 126 shown in drawing 18.

[0054]The amplifier 134 of this feeder circuit 131 is connected to the electrode ring 303, and the amplifier 135 is connected to the cylindrical electrode 325.

[0055]In the above composition, voltage is impressed to the 1st fluid 321 via the cylindrical electrode 325, and the interface 324 changes by the electro wetting effect.

[0056]Next, modification of the interface 324 in the optical element 301 and the optical work brought about by this modification are explained using drawing 21.

[0057]First, when voltage is not impressed to the 1st fluid 321, as shown in drawing 21 (a), the shape of the interface 324, It is decided by interfacial tension with the water-repellent membrane 311 on interfacial tension with the water-repellent membrane 311 on the interfacial tension between both the fluids 321,322, the 1st fluid 321, and the insulating layer 304, or the hydrophilic film 312, the 2nd fluid 322, and the insulating layer 304, or the hydrophilic film 312, and volume of the 2nd fluid 322. The thickness on the optic axis of the 1st fluid 321 is set to h_1 .

[0058]On the other hand, if voltage is impressed to the 1st fluid 321, by the electro wetting effect, the interfacial tension of the 1st fluid 321 and the hydrophilic film 312

decreases, and the 1st fluid 321 will overcome the boundary of the hydrophilic film 312 and the water-repellent membrane 311, and will enter on the water-repellent membrane 311. As a result, as shown in drawing 21 (b), the height of the 2nd fluid 322 increases to h_2 from h_1 . The thickness on the optic axis of the 1st fluid 321 is set to t_2 .

[0059] Thus, by the voltage impressing of a between [the 1st fluid 321 and the electrode ring 303], balance of the interfacial tension of two kinds of fluids changes, and the shape of the interface 324 between both the fluids 321,322 changes. In this way, the optical element which can change the shape of the interface 324 free by the voltage control of the feeder circuit 131 is realizable.

[0060] Since it has a refractive index from which the 1st and 2nd fluids 321,322 differ, the power as an optical lens will be given and the optical element 301 serves as a variable-focus lens from which a focal distance changes with the shape changes of the interface 324.

[0061] Since a curvature radius becomes short compared with the state of drawing 21 (a) in the direction of the interface 324 in the state of drawing 21 (b), in the direction of the optical element 301 of drawing 21 (b), compared with the state of drawing 21 (a), the focal distance of the optical element 301 becomes short.

[0062] the modification principle of 2 liquid-junction side by this electro wetting effect is also indicated by No. international JP,99,B / 18456, and the interface 324 is equivalent to the positions A and B of 2 liquid-junction side indicated to drawing 6 of the patent.

[0063] By the way, a fluid as mentioned above by the optical element accommodated in the well-closed container. When it does not have a temperature compensation function, if the fluid in a container causes thermal expansion and heat contraction, the optical power as a lens will change and a focal distance will change with change of the surrounding temperature environment, the rises in heat accompanying prolonged operation, etc.

[0064] Then, in order to solve this problem, various proposals are made, but by JP,2000-81503,A, the optical element provided with a temperature compensating means to explain below is proposed, for example.

[0065] That is, he provides the temperature compensation part provided with the tank which is open for free passage to the building envelope where the peripheral part of the lens container is filled up with the transparent liquid in a container, and is trying to absorb a changed part of the volume of the transparent liquid fluctuated by thermal expansion and heat contraction by this temperature compensation part. the inside of the wall surface of the tank of a temperature compensation part -- at least a part -- modification -- it is an easy elastic barrier.

[0066] Thereby, even when the transparent liquid in a container causes thermal expansion and heat contraction by change of the surrounding temperature environment, the rise in heat accompanying prolonged operation, etc., among the volume of a transparent liquid, a part for a temperature change was absorbed or supplied by the temperature compensation part, and has controlled change of the optical power by a temperature change etc. by it.

[0067]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since a temperature compensation part is provided in the peripheral part of a lens container with the composition of a proposal by above-mentioned JP,2000-81503,A, there is a problem of causing size increase of the diameter direction as the whole optical element.

[0068] Then, an object of this invention is to give the function which absorbs the volume

change of the fluid accompanying a temperature change about the optical element using a fluid, without making an optical element enlarge.

[0069]

[Means for Solving the Problem]In order to attain the above-mentioned purpose, in an optical element which comprises this invention by accommodating a fluid in a fluid chamber formed in a container, space divided by a flexible member of film state to a fluid chamber in thickness of a wall of a container is formed.

[0070]By this, when a fluid expands by a temperature change, When volume of a fluid chamber is made to increase, and contraction arises into a fluid by changing so that a flexible member may enter in the above-mentioned space with this expansion, and a flexible member changes into the fluid chamber side with this reduction, it becomes possible to decrease volume of a fluid chamber. Thus, in this invention, a function which absorbs a volume change of a fluid accompanying a temperature change by very easy composition is given to an optical element. And since the above-mentioned space is formed in thickness of a wall of a container, it is possible to prevent enlargement of an optical element.

[0071]When there is a combination place of two or more members which constitute a container near the above-mentioned space, It is made to make the above-mentioned flexible member hold to a combination place of a member of these plurality, and may enable it to perform easily maintenance (further fluid-tight nature reservation of a combination place) with a container of a flexible member, and an assembly of an optical element.

[0072]The 1st fluid that has conductivity or own polarity, this 1st fluid, and the 2nd unmixed fluid are accommodated in a fluid chamber. In an optical element from which an optical property changes when shape of an interface of the 1st fluid and the 2nd fluid changes according to change of inter-electrode impressed electromotive force provided in the 1st fluid and container side, It may be made to divide one of receiving regions by the above-mentioned flexible member among the above-mentioned space and the 1st and 2nd fluids in a fluid chamber.

[0073]And if an optical element and a photographing instrument are constituted using the above optical elements, it will become possible to realize a compact optical element and a photographing instrument.

[0074]

[Embodiment of the Invention](A 1st embodiment) The composition of the optical apparatus which consists of an optical element which is a 1st embodiment of this invention, and a feeding control circuit is shown in drawing 1. In this embodiment, about the component which is common in the optical element and feeding control circuit which were explained using drawing 15 and drawing 16, drawing 15 and drawing 16, and a same sign are attached, and it replaces with explanation. The A section in drawing 1 is shown in drawing 4 from drawing 2.

[0075]According to this embodiment, a container is constituted by the insulating layer 104, the package body 105, and the arm top cover 106, and in the fluid chamber formed in this container, without mixing the 1st fluid 121 and 2nd fluid 122 mutually, the interface 124 is formed and it is accommodated.

[0076]The space 152 is formed in at least one in the perimeter in the upper part of the package body (wall) 105 so that it may be settled in the wall thickness of the package

body 105 required originally. This space 152 is formed in the form inserted in the upper part of the package body 105 between the wall part 105b and the wall portion 105a which fell by one step rather than this. In the state where there is no sealing film 150,151 mentioned later, the opening is carried out to the fluid chamber side through the crevice between the upper bed side of the above-mentioned wall portion 105a, and the undersurface of the arm top cover 106.

[0077]Between the package body 105 and the arm top cover 106 (two or more members which constitute a container), the sealing film (flexible member of film state) 150,151 formed in the ring shape of two sheets is arranged in piles.

[0078]At this embodiment, although the sealing film of two sheets is used, even if it fixes the sealing film of one sheet to the package body 105 and the arm top cover 106, it needs. However, the direction which used the sealing film of two sheets like this embodiment assembles, and it excels in the sex.

[0079]The sealing film 150,151 is formed, for example of the monolayer high polymer film or the double layer high polymer film, and does not let a fluid and air pass, but elastic deformation is easy for it.

[0080]The portion which has not countered the space 152 among the sealing films 150 is being fixed to the upper bed side of the package body 105 by adhesion etc. As for the portion which counters the space 152 among the sealing films 150, the inside diameter side portion is being fixed to the upper bed side of the wall part 105b of the package body 105 for a part for the outside diameter side part by the upper bed side of the wall portion 105a of the package body 105 by adhesion etc. again, respectively. Thereby, the sealing film 150 can seal and divide a fluid chamber and the space 152 mutually.

[0081]For this reason, the 1st fluid 121 does not begin to leak from a fluid chamber in the space 152, or air does not begin to leak from the space 152 to a fluid chamber.

[0082]The sealing film 151 is being fixed to a part for the outside diameter side part of the arm top cover 106 by adhesion etc.

[0083]Both the sealing films 150,151 are unified by hot welding etc. However, about the part which is closing the space 152 in the sealing film 150, the outer edge section 151a is united with the outer edge section 151a of the sealing film 151 by hot welding etc. thereby -- the combination place of the package body 105 and the arm top cover 106 -- liquid -- it can close densely.

[0084]Next, the temperature compensation function by the sealing film 150 and the space 152 is explained using drawing 4 from drawing 2.

[0085]As shown in drawing 2, in the time of ordinary temperature, the sealing film 150 fixed to the package body 105 has entered slightly inside the space 152 by the fluid pressure in a fluid chamber.

[0086]As shown in drawing 3, when the ambient environment temperature of the optical element 201 rises and the 1st fluid 121 expands thermally, the capacity in a substantial fluid chamber increases only that volume increment because the sealing film 150 bends further inside the space 152, and this volume increment is absorbed.

[0087]On the other hand, as shown in drawing 4, when the ambient environment temperature of the optical element 201 descends and the 1st fluid 121 carries out heat contraction, the capacity in a substantial fluid chamber decreases and a part for this volume decrease is absorbed because the sealing film 150 bends in the fluid chamber side from the space 152 side by that volume decrease.

[0088]Therefore, it becomes possible to prevent the shape change of the interface 124 with the 2nd fluid 122 by the thermal expansion and heat contraction of the 1st fluid 121, and change of optical power can also be prevented.

[0089]Thus, according to this embodiment, it is easy composition, and change of the optical power resulting from the volume change of the 1st fluid 121 accompanying a temperature change can be prevented, without moreover enlarging the optical element 201 (especially container outer diameter).

[0090]Although this embodiment explained the optical element using the electro wetting effect, the temperature compensating structure explained by this embodiment is applicable to the optical element constituted by accommodating at least one kind of fluid in a container.

[0091](A 2nd embodiment) The composition of the optical apparatus which consists of an optical element which is a 2nd embodiment of this invention, and a feeding control circuit is shown in drawing 5. In this embodiment, a 1st embodiment and a same sign are attached about the component which is common in a 1st embodiment, and it replaces with explanation. The B section in drawing 5 is shown in drawing 8 from drawing 6.

[0092]A container is constituted from the arm top cover 106 fixed to the insulating-layer 104, package body 105, upper case [of ring form] 160, and inside diameter side of this upper case 160 by adhesion etc. by the optical element 250 of this embodiment, In the fluid chamber formed in this container, without mixing the 1st fluid 121 and 2nd fluid 122 mutually, the interface 124 is formed and it is accommodated.

[0093]The crevice 160a which forms space 152' with the peripheral end face of the arm top cover 106 is formed in at least one in the upper bed side of the package body 105 in the upper case (wall) 160, and the perimeter of the inside diameter side portion which counters. Space 152' is a thing of a size settled in the wall thickness of the upper case 160 required originally, and an opening is carried out to the fluid chamber side in the state where there are no sealing films 170l and 171 mentioned later, through the crevice made between the upper bed side of the package body 105, and the undersurface of the arm top cover 106.

[0094]Between the undersurfaces of the upper bed side of the package body 105, the upper case 160, and the arm top cover 106, the sealing film (flexible member on a film) 170,171 of the ring shape of two sheets is arranged. As these sealing films 170,171, it is formed with the same raw material as the sealing film 150,151 of a 1st embodiment.

[0095]The sealing film 170 is being fixed to the rear-face side 170a of this sealing film 170 by the upper bed side of the package body 105 by adhesion etc.

[0096]On the other hand, as for the portion which has not countered space 152' among the sealing films 171, the whole surface is being fixed to the undersurface of the upper case 160, and the undersurface of the arm top cover 106 by adhesion etc. As for the portion which countered space 152' among the sealing films 171, the inner periphery 171a is being fixed to the peripheral part 106a of the undersurface of the arm top cover 106 by adhesion etc.

[0097]Both the sealing films 170,171 are unified by hot welding etc. However, about the portion which has countered space 152' among the sealing films 171, the outer edge section 171b is united with the outer edge section 171b of the sealing film 170 by hot welding etc. Thereby, in the combination place of the package body 105 and the upper case 160, the sealing film 170,171 can close a fluid chamber in the fluid-tight state while

being able to divide a fluid chamber to space 152'.

[0098]The slot 153 which extends in an outer peripheral direction from this crevice 160a is formed in the portion in which the crevice 160a in the undersurface of the upper case 160 was formed, and the upper case 160 and the sealing film 171 are not being fixed to it in this portion. For this reason, elastic deformation of the sealing film 171 can be freely carried out to the crevice 160a (a jam is space 152') formed in the upper case 160.

[0099]Next, the temperature compensation function by the sealing film 171 and space 152' is explained using drawing 8 from drawing 6.

[0100]As shown in drawing 6, in the time of ordinary temperature, the sealing film 171 in which the inner diameter part 171a was fixed to the arm top cover 106 has entered slightly inside space 152' by the fluid pressure in a fluid chamber.

[0101]As shown in drawing 7, when the ambient environment temperature of the optical element 250 rises and the 1st fluid 121 expands thermally, the capacity in a substantial fluid chamber increases only that volume increment because the sealing film 171 bends further inside space 152', and this volume increment is absorbed.

[0102]On the other hand, as shown in drawing 8, when the ambient environment temperature of the optical element 250 descends and the 1st fluid 121 carries out heat contraction, the capacity in a substantial fluid chamber decreases and a part for this volume decrease is absorbed because the sealing film 171 bends in the fluid chamber side from a space 152' side by that volume decrease.

[0103]Therefore, it becomes possible to prevent the shape change of the interface 124 with the 2nd fluid 122 by the thermal expansion and heat contraction of the 1st fluid 121, and change of optical power can also be prevented.

[0104]Thus, according to this embodiment, it is easy composition, and change of the optical power resulting from the volume change of the 1st fluid 121 accompanying a temperature change can be prevented, without moreover enlarging the optical element 250.

[0105]Although this embodiment explained the optical element using the electro wetting effect, the temperature compensating structure explained by this embodiment is applicable to the optical element constituted by accommodating at least one kind of fluid in a container.

[0106](A 3rd embodiment) The composition of the optical apparatus which consists of an optical element which is a 3rd embodiment of this invention, and a feeding control circuit is shown in drawing 9. In this embodiment, about the component which is common in the optical element and feeding control circuit which were explained using drawing 20 and drawing 21, drawing 20 and drawing 21, and a same sign are attached, and it replaces with explanation. The C section in drawing 9 is shown in drawing 12 from drawing 10.

[0107]330 is the lower case (wall) formed in ring shape, and holds the 1st sealing plate 302 to the inside diameter side. This lower case 330 is formed more nonconducting, and adhesion fixing is carried out to the electrode ring 303 in the state of fluid-tight.

[0108]In the optical element 350 of this embodiment, a container is constituted by the lower case 330, the 1st sealing plate 302, the electrode ring 303, and the 2nd sealing plate 306, and without mixing the 1st fluid 321 and 2nd fluid 322, the interface 324 is formed and it is accommodated in the fluid chamber in this container.

[0109]The attaching part 330a holding the 1st sealing plate 302 is formed in the inside diameter side of the lower case 330, further, the above-mentioned attaching part 330a is

adjoined, and the crevice 330b is formed in at least one place of the perimeter.

[0110]The amount of outside diameter side part of the 1st sealing plate 302 has extended from the above-mentioned attaching part 330a upper part to the crevice 330b upper part middle, it filled up with the adhesives 332 between a part for an outside diameter side part and the crevice 330b (bottom) of this 1st sealing plate 302, and it has sealed this portion in it.

[0111]And in the state where there is no sealing film 333 mentioned later, the opening of the space 331 except the adhesives 332 is carried out to a fluid chamber among the spaces in the crevice 330b. The space 331 is settled in the thickness of the lower case 330 required originally.

[0112]333 is the sealing film formed in ring shape, and is formed for the same raw material as 1st and 2nd embodiments.

[0113]As for the portion which has not countered the space 331 among the sealing films 333, the whole surface is being fixed to the upper surface of the lower case 330, and the upper surface of the outer edge section 302a of the 1st sealing plate by adhesion etc.

[0114]As for the portion which counters the space 331 among the sealing films 333, a part for the outside diameter side part 333b is being fixed to the upper surface of the outer edge section 302a of the 1st sealing plate 302 for the inside diameter side portion 333a by adhesion etc. by the upper surface for the outside diameter side part 330c of the lower case 330, respectively. That is, the sealing film 333 has sealed and divided a fluid chamber and the space 331 mutually.

[0115]For this reason, the 2nd fluid 322 does not begin to leak from a fluid chamber in the space 331, or air does not begin to leak from the space 331 to a fluid chamber.

[0116]Next, the temperature compensation function by the sealing film 333 and the space 331 is explained using drawing 12 from drawing 10.

[0117]As shown in drawing 10, the sealing film 333 is in the state where it hardly enters in the space 331, in the time of ordinary temperature.

[0118]As shown in drawing 11, when the ambient environment temperature of the optical element 350 rises and the 1st fluid 321 expands thermally, the capacity in a substantial fluid chamber increases only that volume increment because the sealing film 333 bends inside the space 331, and this volume increment is absorbed.

[0119]On the other hand, as shown in drawing 12, when the ambient environment temperature of the optical element 350 descends and the 1st fluid 321 carries out heat contraction, the capacity in a substantial fluid chamber decreases and a part for this volume decrease is absorbed because the sealing film 333 bends in the fluid chamber side by that volume decrease.

[0120]Therefore, it becomes possible to prevent the shape change of the interface 324 with the 2nd fluid 322 by the thermal expansion and heat contraction of the 1st fluid 321, and change of optical power can also be prevented.

[0121]Thus, according to this embodiment, it is easy composition, and change of the optical power resulting from the volume change of the 1st fluid 121 accompanying a temperature change can be prevented, without moreover enlarging the optical element 350.

[0122]Apart from what was shown in drawing 9, it can be nonconducting, the electrode ring 303 and the lower case 330 can be unified, a resistor can be provided in the surface of the portion equivalent to an electrode, and temperature compensating structure can be

similarly constituted in the optical element which formed the insulating layer 304 on the resistor further.

[0123]Although this embodiment explained the optical element using the electro wetting effect, the temperature compensating structure explained by this embodiment is applicable to the optical element constituted by accommodating at least one kind of fluid in a container.

[0124](A 4th embodiment) The example which applied the optical element 230 of a 1st embodiment of the above to the photographing instrument as an optical apparatus is shown in drawing 13. The photographing instrument 550 of this embodiment is what is called a digital still camera that carries out photoelectric conversion of the still picture to an electrical signal with an image sensor, and records this as digital data.

[0125]In drawing 13, 540 is a photographing optical system (image formation optical system) which consists of two or more lens groups, and is constituted by the 1st lens group 541, the 2nd lens group 542, and the optical element 230.

[0126]A focus is made by the attitude of the optical axis direction of the 1st lens group 541, and, as for this photographing optical system 540, zooming is made by the power change of the optical element 230. The 2nd lens group 542 is a relay lens group which does not move.

[0127]And the optical element 230 is arranged between the 1st lens group 541 and the 2nd lens group 542, and the diaphragm unit 543 for changing a diaphragm opening diameter and adjusting the amount of photographing light is arranged between the 1st lens group 541 and the optical element 230.

[0128]The image sensor 544 is arranged in the focal position (schedule image formation face) of the photographing optical system 540. Optoelectric transducers, such as two-dimensional CCD which consists of a charge transfer section which this transmits two or more photoelectric conversion parts which transform the irradiated light energy into an electric charge, the charge storage part which stores this electric charge, and this electric charge, and is sent out outside, are used.

[0129]545 is a picture signal processing circuit, carries out the A/D conversion of the picture signal of an analog inputted from the image sensor 544, and performs image processing, such as AGC control, a white balance, gamma correction, and edge enhancement.

[0130]551 is displays for indication, such as a liquid crystal display, and displays the object image acquired through the image sensor 544, and the operation situation of this photographing instrument 550.

[0131]552 is a main switch which starts CPU530 in the program execution state from sleeping.

[0132]553a and 553b are the zoom switches by the side of the wide (W) side and a call (T), respectively, and the changing drive of the focal distance of the photographing optical system 540 is performed according to operation of these zoom switches by a photography person.

[0133]554 is operation switch groups other than the above-mentioned switch, and comprises a photographing condition configuration switch etc. which set up the time of a photography preparation switch, a photographing start switch, and a shutter second, etc.

[0134]555 is a focus detecting device and what performs the focus detecting action of the phase-difference-detection type used for a single-lens reflex camera, the thing which

detects the distance to a photographic subject using the principle of triangulation, etc. are used.

[0135]556 is a focus driving circuit, performs focusing operation based on the focusing signal calculated with the focus detecting device 555 including the actuator and driver circuit which make the 1st lens group 541 move to an optical axis direction, and makes the photographing optical system 540 focus.

[0136]557 is external memory and records the photoed picture signal. Specifically, a removable PC card type flash memory etc. are preferred.

[0137]Drawing 14 is a control flow chart which shows operation of CPU530 which the above-mentioned photographing instrument 550 has. Hereafter, operation of the photographing instrument 550 is explained using drawing 13 and drawing 14.

[0138]In Step S101, when not distinguishing and carrying out ON operation of whether ON operation of the main switch 552 was carried out, it will be in the state of the standby mode which waits for operation of various switches as it is. If it judges with ON operation of the main switch 552 having been carried out in Step S101, a standby mode will be canceled and it will progress to henceforth [the following step S102].

[0139]In Step S102, setting out of the photographing condition by a photography person is received. For example, setting out of setting out (shutter priority AE, programmed AE, etc.) of exposure control modes, picture quality modes (size of a record pixel number, size of the rate of graphical data compression, etc.), strobe modes (prohibition on forced light emission and luminescence, etc.), etc., etc. is received.

[0140]In Step S103, it is distinguished whether the W side zoom switch 553a was operated by the photography person. When ON operation is not carried out, it progresses to Step S104. When the W side zoom switch 553a is operated here, it shifts to Step S121.

[0141]In Step S121, the control inputs (a manipulating direction, ON time, etc.) of the W side zoom switch 553a are detected, and the amount of focal distance changes corresponding based on the control input is calculated (S122). And in Step S123, the amount of impressed electromotive force to the optical element 230 is determined, the output voltage of the feeder circuit 131 is controlled by the result of an operation, and voltage is impressed to the optical element 230 (S124). And it returns to Step S102.

[0142]That is, when the W side zoom switch 553a is continuing being operated, repeat execution of Step S124 is carried out from Step S102, and when the ON operation of the W side zoom switch 553a is completed, it shifts to Step S104.

[0143]In Step S104, it is distinguished whether the T side zoom switch 553b was operated by the photography person. When ON operation is not carried out, it progresses to Step S105. When the T side zoom switch 553b is operated here, it shifts to Step S121.

[0144]In Step S121, the control inputs (a manipulating direction, ON time, etc.) of the T side zoom switch 553b are detected, and the amount of focal distance changes corresponding based on the control input is calculated (S122). And in Step S123, the amount of impressed electromotive force to the optical element 230 is determined, the output voltage of the feeder circuit 231 is controlled by the result of an operation, and voltage is impressed to the optical element 230 (S124). And it returns to Step S102.

[0145]That is, when the T side zoom switch 553b is continuing being operated, repeat execution of Step S124 is carried out from Step S102, and when the ON operation of the T side zoom switch 553b is completed, it shifts to Step S105.

[0146]In Step S105, it is distinguished whether ON operation of the photography

preparation switch (in the flow chart of drawing 14, it is written as SW1) was performed by the photography person among the operation switch groups 554. When ON operation is not carried out, it returns to Step S102, and registration of photographing condition setting out and distinction of operation of the zoom switch 553 are repeated. If it judges with ON operation of the photography preparation switch having been carried out at Step S105, it will shift to Step S111.

[0147]In Step S111, the image sensor 544 and the digital disposal circuit 545 are driven, and a preview image is acquired. A preview image is a picture acquired before taking a photograph in order to set up the photographing condition of the picture for the last record appropriately, and in order to make a photography person grasp photographing composition.

[0148]In Step S112, the light-receiving level of the preview image acquired at Step S111 is recognized. In the picture signal which the image sensor 544 outputs, the output signal level of the highest, the minimum, and an average is calculated, and, specifically, the light volume which enters into the image sensor 544 is recognized.

[0149]In Step S113, the opening diameter of the diaphragm unit 543 is adjusted so that the diaphragm unit 543 provided in the photographing optical system 540 may be driven based on the light income recognized at Step S112 and it may become proper light volume.

[0150]The preview image acquired at Step S111 is expressed to the display for indication 551 as Step S114. Then, in Step S115, the focus state of the photographing optical system 540 is detected using the focus detecting device 555. Then, in Step S116, the 1st lens group 141 is made to move to an optical axis direction through the focus driving circuit 556, and focusing operation is performed.

[0151]Then, it progresses to Step S117 and it is distinguished whether the ON operation of the photographing switch (in a flow chart, it is written as SW2) was made. When ON operation is not carried out, it returns to Step S111, and repeat execution of the step from acquisition of a preview image to a focal drive is carried out.

[0152]As mentioned above, if a photography person does ON operation of the photographing switch in the midst of carrying out repeat execution of the photographing preparation operation, it will jump from Step S117 to Step S131.

[0153]It picturizes at Step S131. That is, photoelectric conversion of the object image which carried out image formation on the image sensor 544 is carried out, and the electric charge proportional to the intensity of the optical image is accumulated in the charge storage part near [each] the light sensing portion.

[0154]The electric charge accumulated at Step S131 is read via a charge transfer line, and the read analog signal is made to input into the digital disposal circuit 145 in Step S132.

[0155]In Step S133, in the digital disposal circuit 545, the A/D conversion of the inputted analog picture signal is carried out, image processing, such as AGC control, a white balance, gamma correction, and edge enhancement, is performed, and JPEG compression etc. are performed by the image compression program further memorized in CPU530 if needed.

[0156]Once eliminating a preview image at Step S135 at the same time it records the picture signal acquired at the above-mentioned step S133 on the memory 557, the picture signal acquired at Step S133 is anew expressed to the display for indication 551 as Step S134. Then, the feeder circuit 231 is controlled, the voltage impressing to the optical

element 230 is turned off (S136), and a series of photographing operation is ended.

[0157]Although this embodiment explained the case where the optical element of a 1st embodiment was used, the optical element explained by a 2nd embodiment can also be used.

[0158]Although the digital still camera was taken and mentioned as an example of a photographing instrument in this embodiment, the optical element of this invention can be applied also to the various optical apparatuses provided with other photographing instruments and optical systems, such as a video camera and a film-based camera, without spoiling an effect.

[0159]

[Effect of the Invention]according to [as explained above] this invention -- very easy composition -- and the function which absorbs the volume change of the fluid accompanying a temperature change can be given to an optical element, avoiding enlargement of an optical element.

[0160]If it is made to make the above-mentioned flexible member hold to the combination place of the member of these plurality when there is a combination place of two or more members which constitute a container near the above-mentioned space, The maintenance (further fluid-tight nature reservation of a combination place) with the container of a flexible member and an assembly of an optical element can be performed easily.

[0161]And if an optical element and a photographing instrument are constituted using the above optical elements, a compact optical element and photographing instrument are realizable.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a lineblock diagram of an optical element and a feeding control circuit which is a 1st embodiment of this invention.

[Drawing 2]It is an enlarged drawing of the A section in drawing 1.

[Drawing 3]It is a figure explaining the volume change absorption operation at the time of the thermal expansion of the fluid in the optical element of a 1st embodiment of the above.

[Drawing 4]It is a figure explaining the volume change absorption operation at the time of contraction of the fluid in the optical element of a 1st embodiment of the above.

[Drawing 5]It is a lineblock diagram of an optical element and a feeding control circuit which is a 2nd embodiment of this invention.

[Drawing 6]It is an enlarged drawing of the B section in drawing 5.

[Drawing 7]It is a figure explaining the volume change absorption operation at the time of the thermal expansion of the fluid in the optical element of a 2nd embodiment of the above.

[Drawing 8]It is a figure explaining the volume change absorption operation at the time of contraction of the fluid in the optical element of a 2nd embodiment of the above.

[Drawing 9]It is a lineblock diagram of an optical element and a feeding control circuit which is a 3rd embodiment of this invention.

[Drawing 10]It is an enlarged drawing of the C section in drawing 9.

[Drawing 11]It is a figure explaining the volume change absorption operation at the time of the thermal expansion of the fluid in the optical element of a 3rd embodiment of the

above.

[Drawing 12] It is a figure explaining the volume change absorption operation at the time of contraction of the fluid in the optical element of a 3rd embodiment of the above.

[Drawing 13] It is a lineblock diagram of the photographing instrument (optical apparatus) which is a 4th embodiment of this invention.

[Drawing 14] It is a flow chart which shows operation of the above-mentioned photographing instrument.

[Drawing 15] It is a sectional view of the conventional optical element.

[Drawing 16] It is an explanatory view of operation when voltage is impressed to the conventional optical element.

[Drawing 17] It is a related figure of the impressed electromotive force of the conventional optical element, and interface modification.

[Drawing 18] They are the conventional optical element and an explanatory view of a feeding control circuit.

[Drawing 19] It is an explanatory view of the conventional feeding control circuit of operation.

[Drawing 20] They are other conventional optical elements and an explanatory view of a feeding control circuit.

[Drawing 21] It is an explanatory view of operation at the time of impressing voltage to other conventional optical elements.

[Description of Notations]

101 and 201,250,301,350 Optical element

102 Transparent substrate

103 Transparent electrode

104,304 Insulating layer

105 Package body

150, 151,170,171,333 sealing films

106 Arm top cover

160 Upper case

121,321 The 1st fluid

122,322 The 2nd fluid

123,323 Optic axis

124,324 Interface

125,325 Cylindrical electrode

152,152' and 331 Space

302 The 1st sealing plate

303 Electrode ring

330 Lower case